

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-281445
 (43)Date of publication of application : 07.10.1994

(51)Int.Cl.

G01B 21/30
 H01L 41/09

(21)Application number : 05-066359
 (22)Date of filing : 25.03.1993

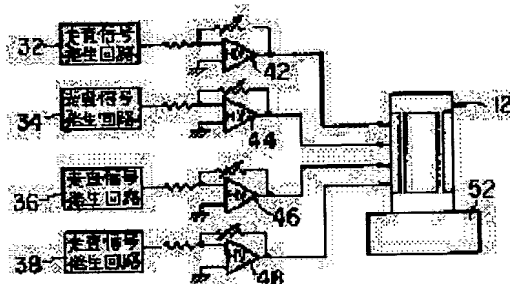
(71)Applicant : OLYMPUS OPTICAL CO LTD
 (72)Inventor : TODA AKITOSHI
 TAKASE TSUGIKO
 MIYAMOTO YASUSHI
 ITO SHUICHI
 YAGI AKIRA

(54) SCANNER SYSTEM

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a scanner system to be operated to exclude the effects of the variance of the characteristics of the parts of each driving electrode of a tube scanner.

CONSTITUTION: A scanner system is provided with a tube scanner 12 mounted on a fixed table 52, four scanning signal generating circuits 32, 34, 36, 38, and high voltage amplifiers 42, 44, 46, 48 to amplify the signals from the respective scan signal generating circuits 32, 34, 36, 38. A tube scanner 12 is provided with a cylindrical piezoelectric body, a common electrode mounted on the inner circumferential surface, and four driving electrodes provided on the outer circumferential surface. The scan signal is supplied to four driving electrodes from the high voltage amplifiers 42, 44, 46, 48 respectively.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

15.03.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-281445

(43)公開日 平成6年(1994)10月7日

(51)Int.Cl.⁵

G 0 1 B 21/30

H 0 1 L 41/09

識別記号

庁内整理番号

Z 9106-2F

9274-4M

F I

技術表示箇所

H 0 1 L 41/08

L

審査請求 未請求 請求項の数 1 OL (全 5 頁)

(21)出願番号

特願平5-66359

(22)出願日

平成5年(1993)3月25日

(71)出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(72)発明者 戸田 明敏

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ

ンパス光学工業株式会社内

(72)発明者 高瀬 つぎ子

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ

ンパス光学工業株式会社内

(72)発明者 宮本 裕史

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ

ンパス光学工業株式会社内

(74)代理人 弁理士 鈴江 武彦

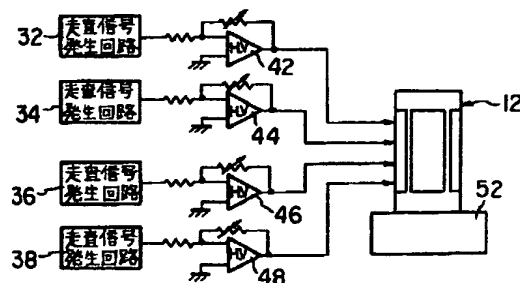
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 スキャナーシステム

(57)【要約】

【目的】チューブスキャナーの各駆動電極の部分の特性のばらつきの影響を含まない動作をするスキャナーシステムを提供する。

【構成】スキャナーシステムは、固定台52に取り付けたチューブスキャナー12と、四つの走査信号発生回路32、34、36、38と、各走査信号発生回路32、34、36、38からの信号を増幅する高圧アンプ42、44、46、48とを有している。チューブスキャナー12は、円筒形状の圧電体14と、その内周面に設けた共通電極と、外周面に設けた四つの駆動電極とを有している。四つの駆動電極には、それぞれ高圧アンプ42、44、46、48から走査信号が供給される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 円筒形状の圧電体、その内周面に設けた一つの共通電極、外周面に設けた複数の駆動電極で構成されるチューブスキャナーと、
チューブスキャナーの複数の駆動電極にその特性に応じた互いに独立な走査信号を供給する手段とを備えているスキャナーシステム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、走査型プローブ顕微鏡において走査手段として使用するスキャナーシステムに関する。

【0002】

【従来の技術】 原子レベルの高い縦横方向分解能を有する表面検査装置として走査型プローブ顕微鏡（SPM）が提案されている。SPMとしては、走査型トンネル顕微鏡（STM）と原子間力顕微鏡（AFM）がよく知られており、AFMは絶縁体や半導体のパターン検査装置としても使用できることから近年とくに注目されている。

【0003】 一般にSPMでは、その走査手段には移動量を高精度に制御できる圧電体スキャナーを用いている。圧電体スキャナーは、基本的に圧電体とその表面に設けた電極とで構成され、電極に印加する電圧を制御することによりnmオーダーで変位を制御することができる。圧電体スキャナーの中でも、円筒形状の圧電体を使用したチューブスキャナーと呼ばれるものは、円筒形状であることから剛性が高く、最近では圧電体スキャナーの主流になっている。次にこのチューブスキャナーについて図面を参照しつつ説明する。

【0004】 チューブスキャナー12は、図4に示すように、円筒形状の圧電体セラミックス14と、その内周面に設けた共通電極16と、外周面に設けた四つの駆動電極22、24、26、28とを有している。チューブスキャナー12のXY方向への駆動は、対向した二つの電極22と24あるいは26と28には絶対値の等しい逆極性の電圧を印加して行ない、その移動量（変位）は印加電圧に基づく推定により算出している。例えば、共通電極16を0電位に保ち、駆動電極22に $+\phi$ （例えば $+100V$ ）、駆動電極に $-\phi$ （例えば $-100V$ ）を印加する。すると、駆動電極22の側の圧電体は伸び、駆動電極24の側の圧電体は縮むため、その上端部（SPMではここに試料台を取り付ける）が矢印aの方向に変位する。このようなチューブスキャナー12では、共通電極16と四つの駆動電極22、24、26、28に印加する電圧の比を適当に変えることにより、上端部を三次元的に移動させることができる。これにより、SPMにおいてプローブと試料の間で所望の走査が行なえるようになる。

【0005】 チューブスキャナーとその周辺回路とから

なるスキャナーシステムは、チューブスキャナーとその駆動回路とで閉ループを構成する場合と、これにチューブスキャナーの変位センサーを付加して閉ループを構成する場合とがある。閉ループの場合、構成が簡単のため比較的安価にスキャナーシステムを構成できるという利点がある。閉ループの場合、圧電体のヒステリシス等の影響を除去できるため、高精度の走査を行なえるという利点がある。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 一般にチューブスキャナー12の圧電体14は、図4（B）に示すように、厚さが均一でなく、場所によるばらつきがある。このようなばらつきは製造上避けられないもので、現在入手できるチューブスキャナーでは5%程度のばらつきがあるのが普通である。このような圧電体14の厚さの不均一は移動量（変位）の誤差の原因となる。例えば、共通電極16を0電位とし、四つの駆動電極22、24、26、28に同じ電圧 ψ （例えば $+100V$ ）に印加した場合、駆動電極22の側と駆動電極24の側では圧電体14の内部に発生する電界の大きさが異なり、伸びる量が異なってしまう。つまり、圧電体14の厚さが理想的に均一であればまっすぐ伸びるべきところが、厚さがばらつきがあるためにまっすぐ伸びずに横方向（XY方向）の変位成分を含んでしまい、不所望な変位となってしまう。この現象は、図5において、圧電体14のヒステリシスが、電極22の側では $d+$ のようになっているが、電極24の側では $d-$ のようになっているためであると説明することができる。

【0007】 このように円筒形状の圧電体に厚さのばらつきは、場所による圧電体の伸縮量の不均一を引き起こし、チューブスキャナーの特性のばらつきの原因となる。このようなチューブスキャナーの特性のばらつきは、高精度の位置制御が要求されるSPMにとっては極めて好ましくない。

【0008】 ところで、特願平4-222902に記載のスキャナーのXY方向の変位測定用のセンサーを用いてチューブスキャナーを閉ループ回路で駆動する場合、xy方向に関してフィードバック制御が行なわれるため、チューブスキャナーの特性にばらつきがあってもxy方向の変位はよい精度で定められる。チューブスキャナーでは円筒状の圧電体が反ることで変位が生じるため、xy方向に正方形に走査した場合、チューブスキャナー上のある点の軌跡は理想的なチューブスキャナーであっても実際には球面となり、z方向の動きが伴う。更に実際のチューブスキャナーでは、特性のばらつきのため球面が歪んでしまう。従って、この閉ループ回路による駆動では、瞬間瞬間のxy座標値は正しいが、z座標値は理想値とは異なったものになっている。

【0009】 このような現象は、xyz方向のいずれの方向にも高い精度での測定が可能であるとされているS

3

PMでは、z方向での定量性を確保する上で甚だ好ましくない。本発明は、円筒状圧電体の厚さのばらつきに起因する動作誤差のないスキャナーシステムを提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明のスキャナーシステムは、円筒形状の圧電体、その内周面に設けた一つの共通電極、外周面に設けた複数の駆動電極で構成されるチューブスキャナーと、チューブスキャナーの複数の駆動電極にその特性に応じた互いに独立な走査信号を供給する手段とを備えている。

【0011】

【作用】本発明では、チューブスキャナーの各駆動電極の部分の特性を予め調べておいて、その特性に応じて、それぞれの部分の特性が揃うような互いに独立した走査信号を各駆動電極に供給する。つまり、各駆動電極には、その部分の圧電体の厚さのばらつき等による影響を予め考慮した走査信号が供給される。従って、チューブアクチュエーターは、特性のばらつきの影響を含んでいない動作をする。

【0012】

【実施例】次に図面を参照しながら本発明の第一実施例について説明する。本実施例のスキャナーシステムは、図1に示すように、固定台52に固定したチューブスキャナー12と、四つの走査信号発生回路32、34、36、38と、各走査信号発生回路32、34、36、38からの信号を増幅する高圧アンプ42、44、46、48とを有している。チューブスキャナー12は、図4に示したように、円筒形状の圧電体14と、その内周面に設けた共通電極16と、外周面に設けた四つの駆動電極22、24、26、28とを有している。駆動電極22、24、26、28には、それぞれ高圧アンプ42、44、46、48から走査信号が供給される。

【0013】チューブスキャナー12の特性検査を予め行ない、駆動電極42、44、46、48の各部分について印加電圧と変位の関係を調べておく。走査信号発生回路32、34、36、38は、この検査結果に基づいて、それぞれの電極22、24、26、28の部分の動作特性が揃うような走査信号を出力する。この走査信号は高圧アンプ42、44、46、48を介して増幅された後、チューブスキャナー12の駆動電極22、24、26、28に供給される。

【0014】これによりチューブスキャナー12は、その変位に駆動電極22、24、26、28の各部分の特性のばらつきによる誤差を含まない理想的な動作を行なうようになる。

【0015】本実施例では、走査信号発生回路は四系統用意したが、x方向とy方向の二系統にまとめ、それぞれから出力される信号を反転増幅および非反転増幅することにより、四つの走査信号を得てもよい。ただし、こ

4

の場合はチューブスキャナー12の各駆動電極22、24、26、28の部分の特性に合わせるため、高圧アンプ42、44、46、48のゲイン調整をそれぞれに対して行なう必要がある。さらに、理想的な駆動を実現するためには、調整の自由度を上げるため、駆動電極の数を四つから八つに増やすことも有効である。

【0016】続いて、本発明の第二実施例について図2を参照しつつ説明する。本実施例のスキャナーシステムは、上述した第一実施例の構成に加えて、走査信号発生回路32、34、36、38を制御するコンピューター58が設けられている。また、チューブスキャナー12は固定台52とその内部に設けたROM54と共に一体化されていて、一つのユニットを構成している。ROM54には、そのユニットのチューブスキャナー12の各駆動電極22、24、26、28の部分の特性情報が書き込まれており、この特性情報をコンピューターへと取り出すためのコネクタ56が設けられている。

【0017】SPM装置においてはチューブスキャナー12の交換はユニットごと行なわれる。新しいユニットを所定位置に配置した後、ユニット内のROM54はコネクタ56を介してコンピューター58に接続する。コンピューター58はROM56に書き込まれている情報を読み込んで演算を行ない、チューブスキャナー12の各駆動電極22、24、26、28の部分の特性に合った走査信号を各走査信号発生回路32、34、36、38が出力するように制御する。

【0018】このように、チューブスキャナーをユニット化し、その特性情報をROM等のメモリー素子に予め書き込んでおくことにより、故障などによりチューブスキャナーを交換する際、装置への組み込みが簡単に行なえるとともに、組み込み後の走査特性もすぐに理想的な状態とすることができる。

【0019】本実施例では、コンピューター58は各走査信号発生回路32、34、36、38を制御しているが、演算結果に基づいて高圧アンプ42、44、46、48のゲイン調整を行なうようにしてもよい。例えば、図中の高圧アンプ42、44、46、48は帰還抵抗を調整することでゲイン調整できるようになっているが、その抵抗を多回転の高精度可変抵抗器とし、その回転制御をコンピューターからの指示に従ってモーターにより行なうようにすれば、同様な効果が自動化されて実現できる。もちろん、ゲインがプログラマブルな高圧アンプを用いてもよい。

【0020】本発明の第三実施例として、第一実施例のスキャナーシステムを組み込んだAFMを図3に示す。本実施例のAFMでは、臨界角方式の光学式変位センサーを用いてカンチレバー64の変位を測定している。この光学式センサーは基本的に、半導体レーザー68、コリメーターレンズ70、偏光ビームスプリッター72、1/4波長板74、ダイクロイックミラー76、対物レ

レンズ78、臨界角プリズム80、二分割フォトダイオード82aと82b、差動増幅器84で構成されている。

【0021】半導体レーザー68から射出されたレーザー光は、コリメーターレンズ70により平行光になり、偏光ビームスプリッター72で反射され、1/4波長板74を通過して円偏光となり、ダイクロイックミラー76で反射され、対物レンズ78により、探針62の反対側のカンチレバー64の自由端部上面に集光される。その反射光は、対物レンズ78を通過し、ダイクロイックミラー76で反射され、1/4波長板74を通過し、半導体レーザー68の射出する光とは偏光方向が90°異なる直線偏光となって、偏光ビームスプリッター72を通過し、臨界角プリズム80で反射され、二分割フォトダイオード82aと82bに入射する。二分割フォトダイオード82aと82bは受光光量に応じた電圧信号を出力し、その差信号が差動増幅器84から出力される。

【0022】臨界角法では、カンチレバー64の変位は二分割フォトダイオード82aと82bへの入射光量の差として検出され、その差信号は差動増幅器84から変位信号として出力される。この変位信号はサーボコントロール回路86に入力され、サーボコントロール回路86は、測定試料Sの凹凸に応じて生じるカンチレバー64の変位を一定に保つように、チューブスキャナー12を駆動するスキャナードライバー10を制御する。また、スキャナードライバー10はコンピューター88からの信号に基づいてxy方向の走査信号をチューブスキャナー12に供給する。差動増幅器84からの変位信号はサーボコントロール回路86を介してコンピューター88に入力され、コンピューター88はこの変位信号をスキャナードライバー10から入力した走査信号に同期

させて処理してAFM像を構成し、モニター90に表示する。

【0023】またAFMは、測定試料Sを光学的に観察する観察光学系を備えている。観察光学系は基本的に、対物レンズ78、照明光源92、照明調光回路92、レンズ96、ハーフミラー98、接眼レンズ100、CCD固体撮像素子102、CCDコントロールユニット104、テレビモニター106で構成されている。

【0024】照明光源94から射出された照明光はレンズ96を通過した後、ハーフミラー98で反射され、ダイクロイックミラー76を通過し、対物レンズ78により集光され、試料Sの視野全体を照明する。試料Sから反射光は、対物レンズ78、ダイクロイックミラー76、ハーフミラー98を通過し、結像レンズ100で結像され、CCD固体撮像素子102で映像信号に変換され、テレビモニター106に表示される。

【0025】スキャナードライバー10は、図1の走査信号発生回路32、34、36、38と高圧アンプ42、44、46、48で構成されている。スキャナードライバー10は、チューブスキャナー12の特性のばらつきを考慮した走査信号を駆動電極22、24、26、28に供給する。さらにスキャナードライバー10は、走査信号に重畳させて、カンチレバー64の変位を一定に保つようにz方向位置を制御するz方向駆動信号を供給している。

【0026】このように、共通電極16を一定の電位に保ち、z方向駆動信号を駆動電極22、24、26、28に供給しているため、z方向に関しては、z方向駆動信号を共通電極に供給した場合には特性のばらつきが原因で発生するxy方向への不所望な変位を含まない動作が得られる。

【0027】なお、z方向駆動信号を共通電極に印加するとともに、z方向駆動信号を反映させたxy走査信号を駆動電極に印加しても、上述したような理想的な走査を実現できる。この場合、制御は複雑になるがスキャナードライバー10の高圧アンプに耐圧の低い安価なものが使用できるという利点がある。

【0028】また、本実施例のAFMにチューブスキャナー12のxyz方向の変位を測定する変位センサーを組み込み、この変位センサーを用いてフィードバック制御を行えば、さらに良好な走査が実現できる。

【0029】

【発明の効果】本発明によれば、チューブスキャナーの各駆動電極の部分の特性のばらつきの影響を含まない理想的な動作を行なうスキャナーシステムが提供される。これは、高精度の位置制御が要求されるSPM等に非常に有益であり、測定精度の向上に効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のスキャナーシステムの第一実施例の構成を示す。

【図2】本発明のスキャナーシステムの第二実施例の構成を示す。

【図3】図1のスキャナーシステムを組み込んだAFMの構成を示す。

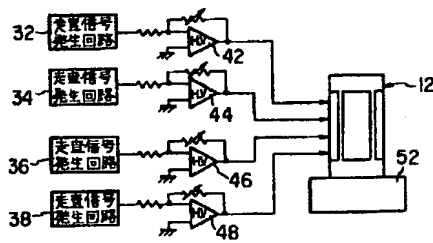
【図4】チューブスキャナーの構成を示す斜視図(A)と上面図(B)である。

【図5】チューブスキャナーの特性を示すヒステリシス曲線である。

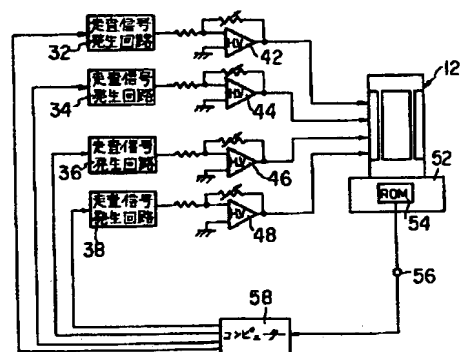
【符号の説明】

12…チューブスキャナー、14…圧電体、16…共通電極、22、24、26、28…駆動電極、32、34、36、38…走査信号発生回路。

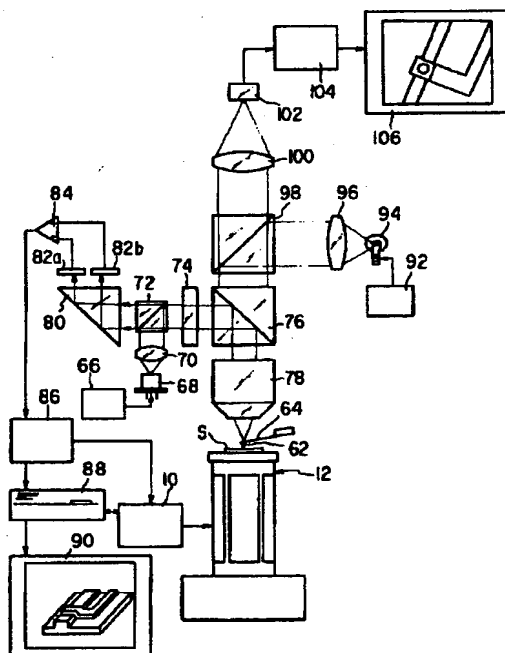
【図1】



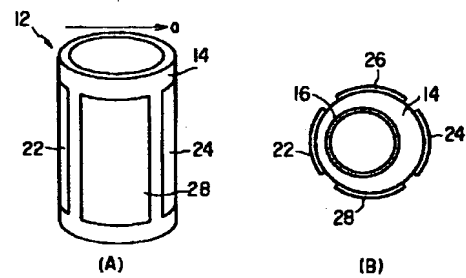
【図2】



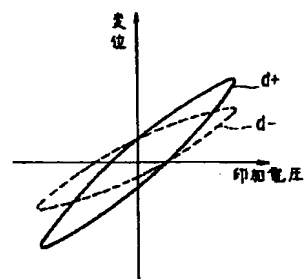
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 伊東 修一
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ
ンパス光学工業株式会社内

(72)発明者 八木 明
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ
ンパス光学工業株式会社内